

Identifikasi Lapisan Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Data Geomagnetik di Sungai Logawa Banyumas

Identification of Subsurface Geological Layers Based on Geomagnetic Data in The Logawa River, Banyumas

Sukmaji Anom Raharjo^{*1}, Seha^{*1}, Adi Candra^{*2}

e-mail: adi.candra@unsoed.ac.id

^{1*}Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED Purwokerto

^{2*}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED Purwokerto

Jl. Mayjen Sungkono Km 5, Blater, Purbalingga, 53371

Abstrak—Identifikasi sumber daya geologi dapat dilakukan baik di permukaan berupa pemetaan dan pengukuran penampang stratigrafi dan bawah permukaan dengan pendekatan geofisika. Eksplorasi geomagnetik dalam kaitannya dengan keberadaan mineral emas di Sungai Logawa, Banyumas dimulai dengan pengukuran intensitas medan magnet total pada 173 lokasi titik yang tersebar di posisi 109.196970 - 109.207580E dan 7.448830 - 7.454110S. Hasil pengolahan data dan interpretasi diperoleh empat objek anomali, yang diartikan sebagai batupasir halus-sedang ($\chi = 0,0015$ cgs unit), batu pasir kasar dan kompak ($\chi = 0,0035$ cgs unit), batuan beku basalt-andesit Slamet tua ($\chi = 0,0085$ cgs unit), dan kompleks batuan dasar (bedrock) ($\chi = 0,0145$ cgs unit). Keberadaan mineralisasi emas dalam batuan melalui survei geomagnetik digunakan hanya untuk identifikasi lapisan geologi bawah permukaan yang diinterpretasikan dari hasil pengolahan bahwa keberadaan indikasi emas yang berasosiasi dengan lapisan sedimen (batu pasir) sering disebut dengan sedimen-hosted.

Kata kunci— geologi bawah permukaan, geomagnetik, sedimen, mineralisasi emas.

Abstract— Identification of geological resources can be done either using surface mapping and cross sectional stratigraphy measurement or geophysical approximation beneath the earth surface. Geomagnetic exploration related to the existing of gold mineral begins with the total magnetic field intensity measurements at 173 locations was scattered in 109.196970 - 109.207580E and 7.448830 - 7.454110S. Interpretation from processing of data obtained four anomalous object, which is defined as fine-medium sandstone ($\chi = 0.0015$ cgs units), coarse sandstone and compact ($\chi = 0.0035$ cgs units), igneous basalt-andesite old Slamet ($\chi = 0.0085$ cgs units), and the complex bedrock ($\chi = 0.0145$ cgs units). The presence of gold mineralization in the rock throughout geomagnetic surveys used to identification of subsurface geological which is interpreted from the processing data that indicated the presence of gold in association with sedimentary (sandstone) is often referred to as sediment-hosted.

Keyword— subsurface geology, geomagnetic, sediment, gold mineralization.

PENDAHULUAN

Identifikasi sumber daya geologi dapat dilakukan baik di permukaan berupa pemetaan dan pengukuran penampang stratigrafi dan bawah permukaan dengan pendekatan geofisika. Salah satu metode survei geofisika yang dapat dimanfaatkan untuk mengeksplorasi kondisi tersebut adalah survei geomagnetik (Lukhovich dkk, 2003) yang memanfaatkan variasi nilai suseptibilitas magnetik batuan terukur di permukaan bumi.

Pertengahan tahun 2011, pernah terjadi isu lokal yang cukup menggemparkan, yaitu ditemukannya butiran emas dalam batuan sungai tersebut (Republika Online,

2011). Akibat isu ini sebagian masyarakat yang tinggal di sekitar Sungai Logawa berlomba-lomba mencari butiran emas tersebut, terutama masyarakat Desa Kediri, Kecamatan Karanglewas, Kabupaten Banyumas. Kenampakan emas di alam sering tertukar oleh pirit (Fe₂S) karena memiliki warna yang sama. Secara deskriptif, pirit mempunyai warna kuning keemasan dengan kilap logam, struktur kristal sama-sama kubis, namun sifat dalamnya emas lebih mudah ditempa daripada pirit. Pirit akan hancur berkeping-keping bila dipukul, sedangkan emas tidak mudah hancur karena lebih mudah ditempa (maleable). Cara yang cukup mudah adalah dengan melihat asahan polesnya di bawah mikroskop bijih (dengan syarat, butiran emas

harus lebih besar dari 1 μm (mikron)). Meskipun sama-sama isotropik, tetapi kecemerlangan emas tidak dapat ditandingi oleh pirit, begitu juga bentuknya. Biasanya di bawah mikroskop pantul, emas tampak berbentuk tak beraturan dibandingkan pirit yang kadang bentuk kubusnya masih tampak.

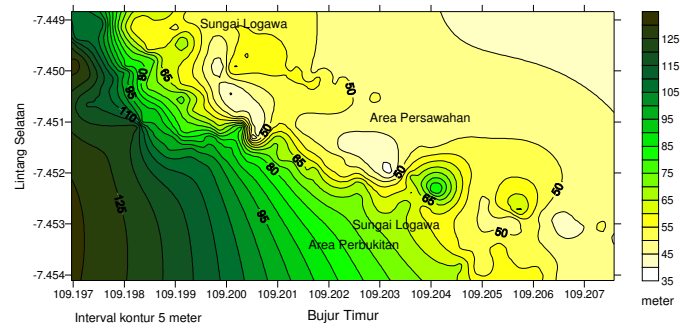
Mineral pembawa emas biasanya berasosiasi dengan mineral ikutan (*gangue minerals*). Mineral ikutan tersebut umumnya kuarsa, karbonat, turmalin, flourpar, dan sejumlah kecil mineral non logam. Mineral pembawa emas juga berasosiasi dengan endapan sulfida yang telah teroksidasi. Mineral pembawa emas terdiri dari emas *native*, elektum, emas telurida, sejumlah paduan dan senyawa emas dengan unsur-unsur belerang, antimon, dan selenium. Emas *native* merupakan mineral emas yang paling umum ditemukan di alam. Sedangkan elektum, keberadaannya di alam menempati urutan kedua. Mineral-mineral pembawa emas lainnya jarang atau bahkan langka.

Emas biasanya berasosiasi dengan sulfida (mineral yang mengandung sulfur/belerang). Pirit merupakan mineral induk yang paling umum. Emas ditemukan dalam pirit sebagai emas *native* dan elektum dalam berbagai bentuk dan ukuran, tergantung pada kadar emas dalam bijih dan karakteristik lainnya. Bila mineral sulfida tidak terdapat dalam batuan, maka emas berasosiasi dengan oksida besi (magnetit dan oksida besi sekunder), silika dan karbonat, material berkarbon serta pasir dan kerikil (endapan plaser). Terkadang sulit untuk mengidentifikasi emas dengan mineral yang menyerupainya, seperti pirit, kalkopirit, pirhotit, pentlandit dan mika berwarna emas. Pirit berwarna kuning dengan bau khas logam dengan bentuk kristal kubus. Kalkopirit juga kuning-kuningan dengan dengan bau khas logam tetapi bentuknya kristal bersegi empat. Sebuah uji kimia dengan menggunakan asam nitrit mungkin diperlukan untuk membedakan pirit dan kalkopirit. Kegiatan penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan pemahaman mengenai identifikasi keberadaan lapisan batuan disekitar Sungai Logawa yang memiliki nilai suseptibilitas sebagai pembawa lapisan emas/pirit (*bearing*).

GEOLOGI REGIONAL

Secara regional wilayah penyelidikan terletak di dalam zona fisiografi Pegunungan Serayu Selatan bagian barat. Jalur ini memanjang dari Majenang sampai Pegunungan Manoreh di daerah Kulon Progo (Van Bemmelen, 1949). Daerah penelitian merupakan bagian dari zona depresi Jawa Tengah (dominasi morfologi perbukitan bentukan khas lahar dan dataran rendah) dan zona pegunungan Serayu Selatan (kenampakan morfologi perbukitan struktural sedang-terjal) seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.

Di samping merupakan daerah pegunungan, daerah ini juga merupakan bagian dari cekungan Banyumas yaitu berupa cekungan belakang busur (*back arc basin*) Tersier sebagai akibat interaksi antara lempeng Samudra Hindia yang menunjam ke arah utara di bawah Lempeng Asia. Berdasarkan fisiografi tektonik (Suyanto dan Sumantri, 1977), bagian barat daya daerah ini termasuk kedalam depresi dan tinggian Majenang, serta rendahan Wangon. Daerah kegiatan termasuk ke dalam fisiografi Pegunungan Selatan Pulau Jawa dengan topografi terdiri dari perbukitan bergelombang dengan ketinggian berkisar antara 80 m hingga 550 m dan daerah pedataran. Litologi didominasi oleh batu lempung gamping, kadang-kadang napal tidak berlapis atau batu gamping dengan sisipan batu pasir, dijumpai pecahan pecahan koral/karang. Selain itu juga dijumpai batu pasir kasar kehijauan pada bagian bawah yang berangsur-angsur berubah menjadi batu pasir lebih menghalus kehijauan ke arah atas dengan sisipan berupa napal pasiran berwarna kelabu sampai kekuningan (Kastowo dan Suwarna, 1996).



Gambar 1. Peta kontur topografi daerah penelitian

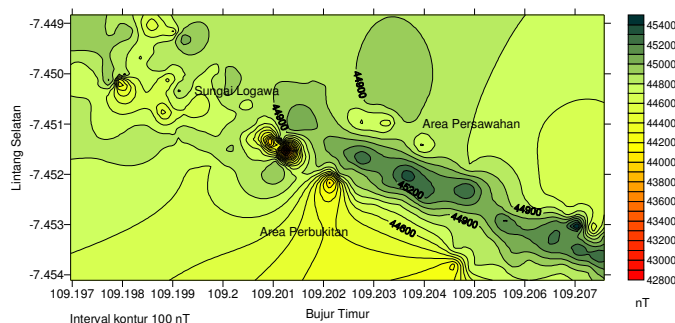
Batuan penyusun daerah kegiatan terdiri Formasi Tapak yang terdiri dari batu pasir batu gamping dan breksi gunung api berumur Pliosen dan endapan alluvium. Di samping batuan-batuan tersebut di atas di daerah penyelidikan juga diendapkan batuan hasil gunung api tak teruraikan (breksi, lava, lapili dan tufa dari G. Slamet), aluvium gunungapi (bongkah-bongkah andesit-basalt) dan aluvium (lempung, lanau, pasir dan kerikil). Sedangkan batuan terobosan diorit terletak di sebelah selatan Ajibarang berdekatan dengan aliran Kali Tajum. Struktur geologi yang berkembang di daerah ini umumnya berupa sesar naik, sesar normal dan sesar geser dengan arah umum barat laut - tenggara sampai timur laut - barat daya dan perlipatan berupa sinklin-antiklin dengan arah relatif barat timur. Mineralisasi terjadi pada batuan breksi gunung api, berupa urat-urat pirit halus yang mengisi rekahan. Endapan lahar Gunung Api Slamet berupa bongkahan batuan gunungapi bersusun andesit-basalt dan alluvium berupa kerikil, pasir dan lempung sebagai hasil endapan sungai

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan survei geologi permukaan (pengamatan singkapan batuan) dan pengukuran sifat magnetik batuan (geomagnetik). Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengukuran data di lapangan, pengolahan data, dan interpretasi. Data anomali medan magnetik total yang masih terdistribusi pada permukaan topografi ditransformasi ke bidang datar dan dikoreksi dari efek anomali regional, sehingga diperoleh data anomali magnetik lokal. Berdasarkan data anomali magnetik lokal ini, selanjutnya dilakukan interpretasi bawah permukaan Sungai Logawa menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Windows.

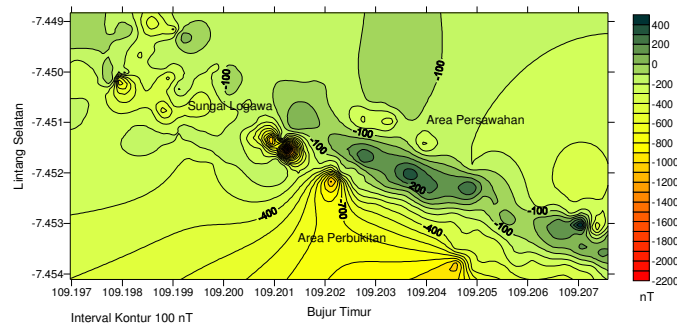
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran posisi geografis dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran intensitas medan magnetik total (Gambar 2). Data intensitas magnetik total diukur menggunakan *Proton Precession Magnetometer* (PPM) tipe GSM-19 T yang memiliki sensitivitas hingga 0,05 nT. Hasil pengukuran yang diperoleh berupa data intensitas medan magnetik total pada setiap posisi titik ukur. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai intensitas medan magnetik total berkisar antara 42433,12 – 45692,64 nT dengan rata-rata 44.835,99 nT.



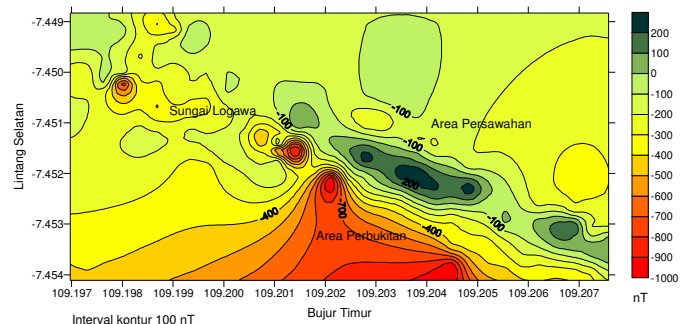
Gambar 2. Peta kontur intensitas medan magnetik total daerah penelitian

Data intensitas medan magnetik total yang diperoleh, kemudian dikoreksi yang meliputi koreksi harian yang bertujuan untuk menghilangkan efek medan magnetik harian, dan koreksi IGRF untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik utama bumi. Karena keterbatasan peralatan PPM, koreksi harian untuk masing-masing data dihitung secara looping. Adapun koreksi IGRF dihitung menggunakan mesin online penghitung medan magnetik bumi dari Natural Resources Canada. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai IGRF di daerah penelitian yaitu 45007 nT (Gambar 3).



Gambar 3. Peta kontur anomali medan magnetik total terkoreksi daerah penelitian

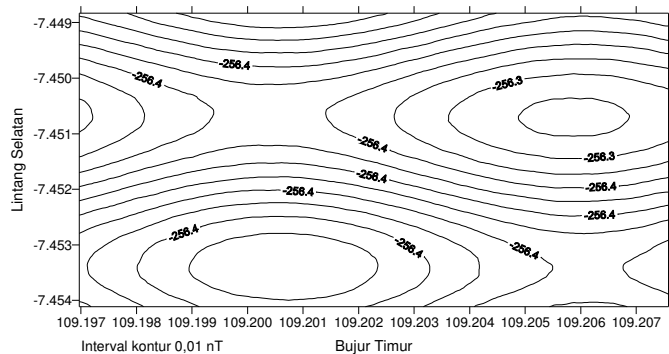
Data anomali magnetik total yang diperoleh masih terdistribusi di permukaan topografi daerah penelitian. Secara matematis data anomali ini tidak dapat diproses pada tahap berikutnya jika tidak terdistribusi di bidang datar. Metode yang umum digunakan untuk mentransformasikan data dari bidang tidak datar seperti topografi ke bidang datar adalah melalui pendekatan deret Taylor (Blakely, 1995). Data yang diperoleh adalah data anomali magnetik total yang telah terdistribusi di bidang datar (Gambar 4).



Gambar 4. Peta kontur anomali magnetik total daerah penelitian yang telah direduksi pada bidang datar (rata-rata ketinggian topografi)

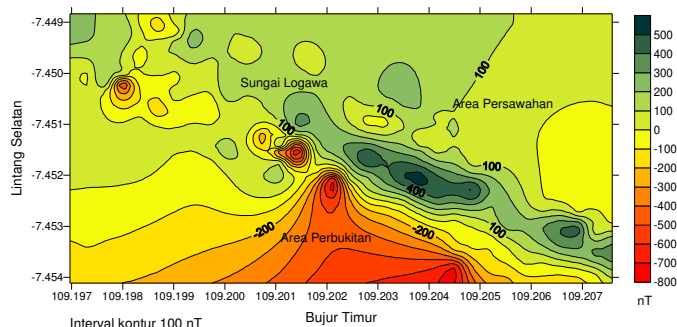
Data anomali medan magnetik total yang telah terdistribusi pada bidang datar sebagaimana di atas masih belum bersih dari efek magnetik regional. Oleh karena itu efek magnetik regional harus direduksi, karena target penelitian ini adalah struktur geologi batuan bawah permukaan yang bersifat lokal. Efek magnetik regional dapat direduksi melalui proses pengangkatan ke atas (*upward continuation*) terhadap data anomali magnetik total yang telah terdistribusi pada bidang datar hingga ketinggian tertentu. Pengangkatan ke atas dilakukan hingga variasi datanya menunjukkan trend yang relatif tetap. Berdasarkan hasil pengangkatan ke atas, pola magnetik regional daerah penelitian ditetapkan pada ketinggian 1.250 meter di atas sferoida referensi (Gambar 5).

Identifikasi Lapisan Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Data Geomagnetik di Sungai Logawa Banyumas

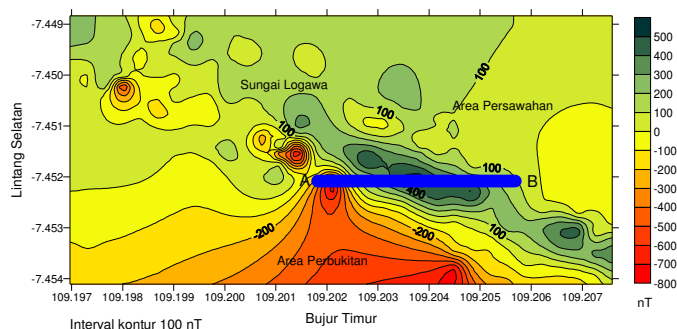


Gambar 5. Pola kontur anomali magnetik regional daerah penelitian hasil pengangkatan ke atas pada ketinggian 1.250 meter di atas sferoida referensi.

Pada ketinggian tersebut, kontur anomali magnetik sudah menunjukkan trend regional. Mengingat target penelitian adalah sumber-sumber anomali yang berada dekat permukaan, maka data anomali magnetik regional harus dikoreksikan terhadap data anomali magnetik total yang telah terdistribusi pada bidang datar (Gambar 6).



Gambar 6. Peta kontur anomali magnetik lokal daerah penelitian



Gambar 7. Beberapa lintasan pemodelan di atas peta kontur anomali magnetik lokal

Interpretasi lapisan geologi bawah permukaan dilakukan dengan membuat lintasan pada peta kontur anomali lokal daerah penelitian (Gambar 7) dari zona anomali positif menuju zona anomali negatif atau sebaliknya dan menggunakan beberapa parameter medan magnet bumi seperti nilai IGRF, inklinasi dan deklinasi, dan lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter medan magnetik bumi daerah penelitian dan parameter model

No.	Parameter medan magnetik bumi dan parameter pemodelan	Nilai
1.	Medan magnetik utama bumi (IGRF)	45007 nT
2.	Sudut deklinasi	1,004°
3.	Sudut inklinasi	-32,721°
4.	Profile bearing	0,0°
5.	Ketinggian referensi	0 meter
6.	Panjang strike	100 meter

Berdasarkan hasil interpretasi (Tabel 2) dapat diidentifikasi bahwa kurang diperoleh informasi spesifik mineral yang terkandung dalam batuan, sehingga keberadaan mineral emas dalam batuan tersebut kurang dapat diestimasikan dengan baik. Hal ini dapat dipahami sebab pendekatan survei geomagnetik terbatas untuk mengestimasi jenis batuan bawah permukaan. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan di permukaan bahwa tidak terdapat kandungan emas dalam singkapan batuan. Mineral yang ditemukan adalah besi sulfide (pirit). Kehadiran pirit dapat digunakan sebagai indikasi awal mineralisasi emas, karena emas dapat berasosiasi dengan pirit. Sulitnya mendeteksi keberadaan emas di dalam sampel batuan diduga akibat mineral emas dalam bentuk setempat-setempat (*spotted*) diperlukan banyak sampel untuk pengujian kandungan emasnya.

Tabel 2. Interpretasi hasil pemodelan data-data anomali magnetik pada lintasan AB berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik dalam satuan cgs

Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas (cgs units)	Estimasi Suseptibilitas (cgs units)	Kedalaman (meter)	Interpretasi dan Perkiraan Jenis Batuan
Batuan 1	0,000	0,0075	0,00 dan seterusnya	Bongkahan batuan beku yang tersusun atas batuan andesit dan basalt hasil erupsi Gunungapi Slamet muda
Batuan 2	-0,006	0,0015	4,88 – 23,98	Batu pasir (<i>sandstone</i>) halus - sedang
Batuan 3	-0,004	0,0035	0,90 – 54,33	Batu pasir kasar dan kompak (<i>compacted sandstone</i>)
Batuan 4	0,001	0,0085	0,00 – 13,13	Bongkahan batuan beku andesit-basalt hasil erupsi Gunungapi Slamet tua
Batuan 5	0,007	0,0145	24,48 – 202,39	Batuan beku hasil endapan breksi Gunungapi Slamet

Perkiraan keberadaan lapisan pembawa mineral emas diperkirakan terdapat di dalam batuan 2 dan batuan 3 (Tabel 2) karena dijumpai batu pasir yang dapat berfungsi sebagai tempat mengalirnya lapisan hidrotermal pembawa mineralisasi yang berasosiasi dengan endapan lahar gunung api. Genesa keberadaan emas yang berasosiasi dengan lapisan sedimen adalah *sedimentary exhalative*, yaitu endapan sulfida yang berhubungan dengan batuan sedimen (batu pasir) yang merupakan bagian besar dari genesa mineralisasi jenis *sediment-hosted*. Untuk dapat mengetahui lebih jelas mengenai keberadaan mineralisasi emas yang terdapat di Sungai Logawa perlu dilakukan analisa lebih lanjut berupa penentuan komposisi kimia dari masing-masing lapisan batuan yang sudah dideteksi oleh geomagnetik dengan membuat sumuran uji untuk pengambilan sampel batuan yang mengandung indikasi emas

KESIMPULAN

Hasil pengukuran intensitas medan magnetik total rata-rata sebesar 44.835,99 nT. Setelah dilakukan koreksi harian, koreksi IGRF, reduksi data ke bidang datar dan reduksi efek regional, maka diperoleh anomali magnetik lokal dengan nilai berkisar antara -1.025,668 – 300,049 nT yang tersebar di atas ketinggian rata-rata topografi.

Berdasarkan hasil pemodelan terhadap data profil anomali magnetik lokal pada lintasan AB menggunakan Mag2DC for Windows diperoleh 4 buah benda anomali yang diinterpretasi sebagai batu pasir halus dan kasar ($\chi = 0,0015$ cgs units), batu pasir kasar ($\chi = 0,0035$ cgs units), batuan beku andesit-basalti ($\chi = 0,0085$ cgs units), dan kompleks batuan dasar (*bedrock*) berupa batuan beku andesit-basaltik sangat keras ($\chi = 0,0145$ cgs).

Keberadaan mineral emas dalam batuan melalui survei geomagnetik digunakan untuk mengetahui lapisan geologi bawah permukaan. Dugaan awal dari

hasil geomagnetik mineralisasi emas diperkirakan terdapat dalam batu pasir dan sulfide (*sedimentary exhalative*) yang merupakan bagian dari jenis/tipe mineralisasi emas *sediment hosted*. Estimasi mineralisasi emas dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan dan analisa kandungan unsur kimia sampel batuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Rektor UNSOED dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNSOED atas diterimanya proyek penelitian ini dan anggaran yang disediakan. Terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Fisika UNSOED atas peralatan PPM yang disediakan, serta kepada Ketua Program Studi Teknik Geologi UNSOED atas peralatan GPS yang disediakan. Selain itu terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim penelitian yang terdiri atas dosen, teknisi, dan mahasiswa yang telah bahu-membahu melakukan akuisisi data medan magnetik di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, R. J., 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press. New York, USA.
- van Bemmelen, R. W., 1949, The Geology of Indonesia, Martinus Nyhoff, The Hague, Netherland, hal. 28.
- Lukhovich, A. A., Shukevich, A. K., Morozov, I.M., Kremen'kova, N. V., Sharando, V. I. dan Bulatov, O. V., 2003. Magnetic Method of Testing the Distribution of Properties over the Depth. Russian Journal of Nondestructive Testing. Volume 39. No. 9. 2003. pp. 665 – 669.
- Republika Online, Edisi Jum'at 24 Juni 2011. Bukan Emas Tapi Logam Pyrite yang Ditemukan Warga di Banyumas. Berita Regional. Jakarta.
- Suyanto dan Sumantri, Y. R., 1977, Preliminary Study on The Tertiary Depositional Patterns Of Java, Proceedings Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
- Kastowo dan Suwarna, N., 1996, Peta Geologi Bersistem Indonesia, Lembar Majenang, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.